

Cristalli invisibili e guasto degli erogatori

Il malfunzionamento o guasto dell'attrezzatura subacquea è un fattore relativamente raro negli incidenti sub. Quando accade, i casi più comuni e pericolosi coinvolgono gli erogatori ed il comando del GAV¹. Un recente report DAN sul guasto di un erogatore non è stato quindi accolto come una sorpresa, ma la causa dell'incidente è apparsa piuttosto inusuale.

Il subacqueo coinvolto nell'incidente ha gestito la situazione molto bene e fortunatamente nessuno si è fatto del male, al suo posto un subacqueo inesperto o nervoso non sarebbe stato forse così fortunato. La cosa particolarmente strana è stata che anche se la sua bombola non era vuota, il flusso di gas aveva rallentato fino a cessare del tutto, proprio come se fosse rimasto senz'aria. Un accurato esame dell'attrezzatura ha portato ad una scoperta sorprendente: una grossa quantità di materiale giallo 'cristallizzato' bloccava l'interno della valvola nel secondo stadio dell'erogatore. Il materiale sembrava provenire da dentro la frusta, che era stata usata per qualche anno ma non mostrava alcuna anomalia né segno di deterioramento.



Mentre cercavamo di risolvere il mistero, abbiamo scoperto che questo non era un caso isolato. La stessa situazione era stata riportata su un blog² di immersioni tecniche e da produttori di fruste e laboratori per la manutenzione di attrezzature subacquee in regioni dove la subacquea è un'attività comune. Anche se non era stato riportato nessun infortunio, la scoperta ha condotto ad un'indagine più vasta, a livello globale.

Abbiamo consultato un importante produttore di fruste, il quale ha dato un consiglio interessante: le fruste non durano una vita, e le fruste intrecciate in particolare dovrebbero essere cambiate ogni cinque anni — o più spesso se ci sono segni di abrasione o se sono state lasciate per lunghi periodi al sole tropicale. Inoltre, esiste sul mercato un numero incontrollato di imitazioni, che usano illegalmente marchi di produttori rispettabili.

Un subacqueo appassionato, ingegnere specializzato in una compagnia americana, si è offerto di condurre

dei test approfonditi sulle fruste intrecciate a bassa pressione. Ha sottoposto una serie di fruste ad un processo di invecchiamento rapido, ed i risultati preliminari hanno mostrato come le fruste con rivestimento interno realizzato con materiale in poliestere poliuretano termoplastico (polyester-TPU) si deterioravano durante i test. Questo risultato è in linea con i report di guasti alle fruste raccolti da DAN. Le fruste fatte o rivestite con polietero poliuretano termoplastico (polyether-TPU), invece, non si sono danneggiate.

Un noto produttore europeo di fruste intrecciate, che ha sempre usato polyether-TPU, già nel 2008 aveva richiesto ai suoi fornitori di certificare i rivestimenti delle fruste in polyether-TPU.



Cosa causa il deterioramento dei rivestimenti nelle fruste?

Il prodotto del deterioramento, una sostanza gialla che appare cristallizzata, è più morbido di quanto sembri, e quando si schiaccia ha una consistenza simile alla cera. La reazione che causa il deterioramento è l'idrolisi che, come suggerisce il nome, richiede la presenza di acqua. Una temperatura elevata favorisce il degrado accelerato del polyester-TPU. Cicli ripetuti di riscaldamento e raffreddamento dei rivestimenti nelle fruste favoriscono questa forma di cristallizzazione in materiali che sono inadatti a tale applicazione, o che subiscono l'effetto di alcuni agenti chimici e batteri. Il sole riscalda la frusta, poi il flusso della miscela respiratoria raffredda nuovamente la superficie interna della frusta. Questo processo si ripete ad ogni immersione e con il tempo i 'cristalli' si accumulano. Un grosso numero di 'cristalli' può bloccare il flusso di gas, o può migrare verso il secondo stadio dell'erogatore, creando un guasto.



È difficile prevedere quanto tempo impiega un rivestimento in polyester-TPU per deteriorarsi, ma le informazioni raccolte suggeriscono che le fruste esposte a 30°C con un alto tasso di umidità, potrebbero deteriorarsi più velocemente.

I produttori di attrezzature subacquee sono stati informati di questo fenomeno e hanno fatto indagini approfondite sui loro attuali fornitori, adottando misure per una migliore verifica e garanzia di qualità dei materiali usati.

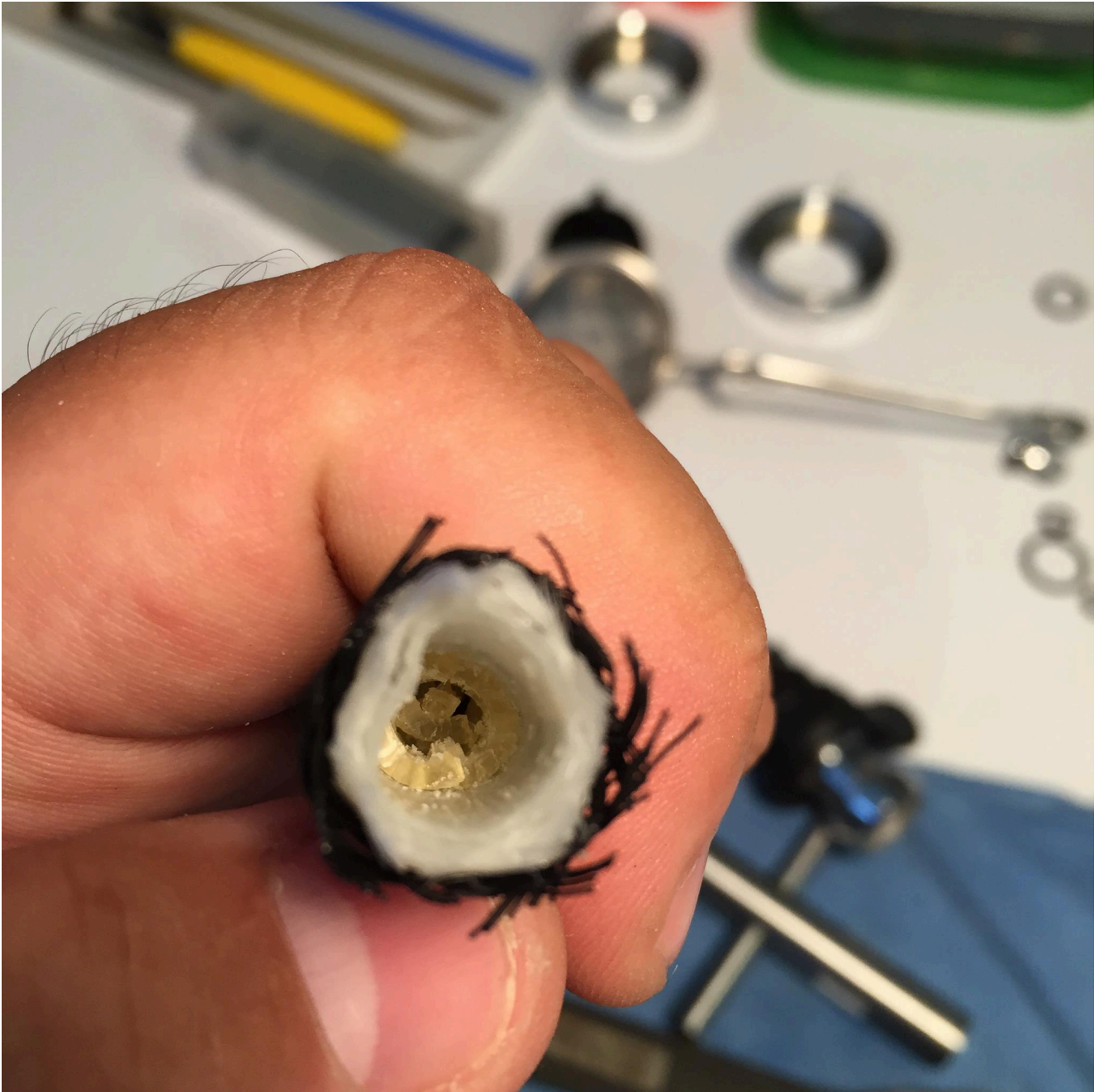
La raccomandazione standard sulla sicurezza delle fruste degli erogatori è che dovrebbero essere ispezionate regolarmente per individuare eventuali segni esterni di deterioramento. La disgregazione o abrasione del rivestimento esterno in gomma predispone le fruste alla rottura durante la pressurizzazione o mentre sono in uso. Le fruste in gomma sono soggette a questa situazione, ragione per la quale sono state sviluppate le fruste intrecciate in polimero. Ma qui sta il problema: l'esterno delle fruste intrecciate può apparire normale, flessibile e libero da anomalie apparenti, mentre una superficie interna deteriorata resta completamente invisibile ad una veloce ispezione esterna.



Cosa raccomanda DAN?

Pensiamo sia importante dare ai subacquei questi consigli:

- Tutte le fruste degli erogatori, incluse quelle intrecciate, hanno una vita limitata a prescindere dall'aspetto esterno e da rinforzi e protezioni. Le fruste danneggiate che abbiamo esaminato avevano più di cinque anni.
- Quando si acquista una frusta, verificate la composizione del rivestimento interno — e scegliete un rivestimento di *polyether-TPU*, non di *polyester-TPU*. Se avete dei dubbi, non fate l'acquisto. Acquistate fruste ed altre attrezzature d'importanza vitale da produttori noti e che indicano chiaramente il tipo di materiale usato per il rivestimento.
- In caso di apparente riduzione del flusso di gas, specialmente quando si usa una frusta nuova, smettete immediatamente di usare l'erogatore. Eseguite un'ispezione minuziosa su erogatori e fruste. Se gli erogatori non sono la causa, sospettate che il problema sia la frusta.
- Esaminate fisicamente le fruste, schiacciandole centimetro per centimetro per valutare se hanno lo stesso grado di flessibilità. Qualsiasi cambiamento nella resistenza durante lo schiacciamento sulla lunghezza della frusta potrebbe essere segno di un possibile problema. Questo test è molto più facile da eseguire con le fruste intrecciate che con le fruste rivestite in gomma, che sono più dure.



Chiediamo a tutti i subacquei che hanno riscontrato segni di deterioramento nel rivestimento interno delle fruste di inviare un messaggio a DAN all'indirizzo communications@daneurope.org - preferibilmente includendo foto che mostrino le condizioni della frusta. Questo ci permetterà di ottenere più informazioni possibili e capire meglio questo fenomeno. Condivideremo qualsiasi nuova conclusione, avviso e consiglio con la comunità subacquea.

Riferimenti

1. Vann R, Lang M. Recreational diving fatalities. Undersea Hyperb Med 2011; 38(4): 257-60.
2. Davis A. [Nylon-braided regulator hose diving emergency](#). Scuba Tech Philippines. Luglio 22, 2015. Accesso eseguito Dicembre 7, 2016.